

Рус.УДК 631.46

Оценка почв субтропической зоны Азербайджана под овощными культурами по биологическим показателям

Оруджева Наиля Идаятовна

Институт Почвоведения и Агрохимии НАН Азербайджана 1073 Баку, ул.

Мамеда Рагима, 5, Азербайджан

E-mail: naila.56@mail.ru

Аннотация. Изучена биологическая активность в севообороте под овощными культурами и при бессменном выращивании этих культур в орошаемых серо-бурых и лугово-сероземных (сухие субтропики), в аллювиально-лугово-лесных (полузасушливые субтропики), в желтоземно-глеевых (влажные субтропики) почвах и в целинных аналогах. На основе биологических показателей дана биодиагностика и комплекс биологических параметров, проведен интегральный анализ биологического состояния изучаемых почв. Интегральный показатель биологического состояния (ИПБСП) орошаемых серо-бурых почв в овоще-кормовом севообороте был на 18% выше, чем в целинных вариантах и на 34% выше, чем при бессменном, а в овоще-бобовом севообороте, соответственно, на 12% и 30% выше. В орошаемых лугово-сероземных почвах этот показатель в севообороте составил 100%, в целинных аналогах был на 15%, а при бессменном выращивании на 35 % ниже. В аллювиально-лугово-лесных почвах ИПБС в целинных вариантах составил 100%, в севообороте этот показатель был на 2% ниже, а при бессменном возделывании ниже на 40%. В желтоземно-глеевых почвах, соответственно, 100% на целине, 8% и 30% – в культуре. ИПБС изучаемых почв в севообороте и целинных вариантах колебался в интервале 82—100%, по шкале они относились к почвам очень высокой биологической активности, а при бессменном выращивании этих культур этот показатель колебался в пределах 60—70% и они относились к почвам высокой и средней биологической активности.

Исследованиями установлено, что использование научно-обоснованных севооборотов в условиях орошения позволяет сохранить плодородие аллювиально-лугово-лесных и желтоземно-глеевых почв, а на серо-бурых и лугово-сероземных почвах даже повысить.

Ключевые слова: почвы субтропической зоны, севооборот, бессменные культуры, биологическая активность, биологическая оценка

Eng. Evaluation of soils of subtropical zone of Azerbaijan under vegetable cultures by biological parameters

Orujova Naila Hidayatovna

Institute of Soil Science and Agochemistry of National Academy of Sciences of Azerbaijan, 1073 Baku, Mamed Rahim, 5, E-mail: naila.56@mail.ru

Abstract. Biological activity was studied in crop rotation under vegetable cultures, permanent culture of these plants variants in irrigate gray-brown and meadow-gray (dry subtropic), in alluvial-meadow-forest (semi-arid subtropic), in yellow-gleyey (humid subtropic) and virgin soils. On the basis of biological parameters the biodiagnostics was given and an integrated indicator of a biological state in the studied soils An integral parameter of the biological state (IPBS) in the irrigated grey-brown soils in vegetable-fodder was 18% more than in the virgin versions and 34% more than under the permanent cultivation, but on the vegetable-bean crop rotation - respectively 12% and 30% more. In crop rotation of irrigated meadow-gray soils this indicator formed 100%, in virgin versions was lower 15%, under permanent cultivation – 35 %, in the virgin versions of the alluvial-meadow-forest soils IPBS was 100%, this parameter in crop rotation was lower than 2%, at the permanent cultivation –40% lower, and in yellow-gley soils respectively - 100%, 8% and 30%. IPBS in the studied soils and in virgin versions vibrated by 82-100%, according to the available scale they belonged to the soils with the very high biological activity, at the permanent cultivation of these cultures this parameter vibrated by 60-70%, and they belonged to the soils with high and mean biological activity. It was established by the researches that the use of the scientific-based crop rotations under the condition of irrigation allow to save fertility of alluvial-meadow and forest yellow-gleyey soils, and even to rise it in gray-brown and meadow-gray soils.

Key words: soils of a subtropical zone, crop rotation, permanent cultures, biological activity, biological evaluation

Введение

В настоящее время сельскохозяйственное производство является мощным фактором антропогенного воздействия на окружающую среду. Хозяйственное использование земель приводит к коренной перестройке природных ландшафтов и формированию антропогенных. Применяя необходимые севообороты и удобряя почву, человек стремится поддерживать плодородие почвы для повышения урожаев [12]. Одним из условий сохранения и дальнейшего повышения плодородия орошаемых почв является постоянное совершенствование

агротехнических приемов возделывания сельскохозяйственных культур, среди которых огромное значение для каждой почвенно-климатической зоны имеет построение научно-обоснованных систем чередования культур в полевых севооборотах. Севообороты оказывают многогранное влияние на сложные биохимические процессы, протекающие в почве. Авторами показано, что севооборот играет главную роль в сохранении плодородия [3] и повышении биологической активности почв [16, 17].

Цель настоящего исследования – многолетнее сравнительное изучение закономерностей изменения биологической активности почв субтропической зоны в целинных вариантах, в севообороте и при бессменном выращивании культур, которое позволяет глубже и полнее понять значение севооборотов в повышении плодородия почв и получения высоких урожаев.

Объекты и методы проведения исследований

Объектами исследований являются орошаемые и целинные серо-бурые, лугово-сероземные, аллювиально-лугово-лесные и желтоземно-глеевые почвы Азербайджана, исследования проводились в 1992—2015 годы.

В орошаемых серо-бурых почвах (in WRB – Irragic gypsic calsisols) сухих субтропиков содержание гумуса составляет 1,5—1,9%, реакция почвенной среды слабощелочная (8,3—8,5), почва засоленная (хлорид-сульфатная). За годы исследований на орошаемых серо-бурых почвах в шестипольном овоще-кормовом (I схема) севообороте возделывали следующие культуры:

1. Люцерна 1-го года пользования + ячмень;
2. Люцерна 2-го года пользования;
3. Арбуз;
4. Картофель;
5. Чеснок;
6. Капуста белокочанная + томат.

В пятипольном овощном (II схема) севообороте:

1. Томат;
2. Фасоль;
3. Арбуз;
4. Картофель;
5. Фасоль.

Контролем служили одни и те же участки, где бессменно выращивали следующие культуры: томат, картофель, чеснок, белокочанная капуста, арбуз, фасоль.

В орошаемых лугово-сероземных почвах (in WRB – Irragic gleyic calsisols) сухих субтропиков пахотный горизонт содержит 1,3—2,8% гумуса. В

морфологическом строении лугово-сероземных почв часто встречаются признаки засоления и оглеения. В орошаемых лугово-сероземных почвах в четырехпольном овоще-кормовом севообороте возделывали следующие культуры:

1. Люцерна 1-го года пользования;
2. Люцерна 2-го года пользования;
3. Огурцы;
4. Томат.

Контроль – на одних и тем же участках бесменно выращивали следующие культуры: огурец и томат.

В орошаемых аллювиально-лугово-лесных почвах (in WRB – Irragic mollic luvisols) полузасушливых субтропиков содержание гумуса составляет 3,0—3,5%, карбонатность наблюдается по всему профилю, реакция почвенной среды – слабощелочная (8,0—8,1). В шестипольном овоще-кормовом севообороте возделывали следующие культуры:

1. Люцерна 1-го года пользования + ячмень;
2. Люцерна 2-го года пользования;
3. Лук репчатый;
4. Огурцы;
5. Капуста белокочанная;
6. Травы (на сидерат) + томат.

Контроль – на одних и тех же участках бесменно выращивали следующие культуры: томат, лук репчатый, огурцы, капуста белокочанная.

В орошаемых желтоземно-глеевых почвах (in WRB – Irragic gleyic luvisols) влажных субтропиков содержание гумуса составляет в верхних горизонтах 2,5—5,0%, реакция почвенной среды кислая (водный 5,5—6,5, солевой 5,0—5,5). В орошаемых желтоземно-глеевых почвах в пятипольном овощном севообороте возделывали следующие культуры:

1. Томат;
2. Капуста белокочанная + кукуруза на силос;
3. Лук репчатый;
4. Фасоль;
5. Фасоль.

Контроль – на одних и тех же участках бесменно выращивали следующие культуры: томат, капуста белокочанная, кукуруза на силос, лук репчатый, фасоль.

Показатели биологической активности почв определены по следующим методикам: в полевых условиях интенсивность выделения углекислого газа определяли по Макарову [11], разложения целлюлозы – по Вострову и Петровой [2], в лабораторных условиях активность ферментов – по Хазиеву [14], интенсивность процесса нитрификации – по Болотиной, Абрамовой [1],

аммонификации – по Теппер с соавт [13]. Микробиологические анализы проведены методом посева на стандартных питательных средах по методике Института Микробиологии Академии Наук СССР (Москва): на мясо-пептонном агаре (МПА) учитывали общее количество бактерий, использующих органический азот, на крахмало-аммиачном агаре (КАА) – численность бактерий, утилизирующих минеральные формы азота, на среде Чапека – почвенные микроскопические грибы. Далее подсчитывали общее число колоний, выросших на данной среде, и определяли общую численность микроорганизмов определенной физиологической группы. Все наблюдения проводили в пахотном (в слое 0–25 см) и подпахотном (в слое 25–50 см) горизонтах, все анализы проводились в 3-х кратной повторности. Полученные данные подвергались статистической обработке по общепринятой методике.

Результаты исследования и их обсуждение

Установлено, что на формирование и изменение биологических свойств почв существенное влияние оказывает использование их в сельскохозяйственном производстве, которое представляет собой комплекс разнообразных антропогенных факторов, влияющих на биологическую активность [6]. Активность ферментов является основным биохимическим показателем и индикатором плодородия почв и диагностическим показателем биохимических процессов [6, 17]. Ферментативная активность почвы отражает интенсивность и направленность в ней основных биохимических процессов: синтеза и распада гумуса, гидролиза органических соединений, окислительно-восстановительного режима почвы. Ферментативный пул почвы характеризует не только текущий уровень биохимических процессов в почве, но и интенсивность деятельности почвенной биоты в прошлом, поскольку ферменты способны иммобилизоваться и накапливаться в почве, и при определенных условиях проявлять биокаталитические функции [15].

Активность фермента инвертазы. В орошаемых желтоземно-глеевых почвах ферментативная активность инвертазы была наиболее высокой. Если в орошаемых серо-бурых почвах ферментативная активность инвертазы в 0–50 см слое колебалась в интервале 6,40–15,26, при бессменном возделывании – 5,38–11,83; в лугово-сероземных почвах, соответственно, – 6,19–12,63 и 3,66–8,75; в аллювиально-лугово-лесных почвах – 7,01–12,15 и 4,01–8,56; то в желтоземно-глеевых почвах – 8,30–15,35 и 6,69–13,17 мг глюкозы на г почвы за 24 часа (таблицы 1–4). Биологическая активность изучаемых почв

убывает в следующем ряду: желтоземно-глеевые > серо-бурые > аллювиально-лугово-лесные > лугово-сероземные.

Активность фермента уреазы. В орошаемых серо-бурых почвах активность фермента уреазы в пахотном и подпахотном слоях изменялась в интервале 2,02—4,20 и при бессменном – 1,41—2,97, в лугово-сероземных почвах, соответственно, 1,76—5,01 и 0,92—2,44; в аллювиально-лугово-лесных почвах –

Таблица 1 – Статистическая обработка активности ферментов орошаемых серо-бурых почв

Варианты	Глубина, см	n	инвертаза, мг глюкоза/г почвы за 24 час $x \pm t_{05}S_x$	уреаза, мг/НН ₄ 1 г почвы за 24 час $x \pm t_{05}S_x$	фосфатаза, мг/Р ₂ О ₅ г почвы за 1 час $x \pm t_{05}S_x$	каталаза, см ³ О ₂ г почвы за 1 мин $x \pm t_{05}S_x$	дегидрогеназа, мг/ТФФ 10 г почвы за 24 час $x \pm t_{05}S_x$
----------	-------------	---	--	---	---	--	---

I схема – шестипольный овоще-кормовой севооборот

I Люцерна 1-го года пользования + ячмень	0-25	108	12,30±0,342	3,12±0,085	2,91± 0,078	13,8±0,596	6,69±0,171
	25-50	108	10,75±0,371	2,76±0,080	1,71± 0,065	11,6±0,618	5,10±0,190
II Люцерна II года пользования	0-25	108	14,19±0,309	3,62±0,113	3,35± 0,112	15,0±0,651	8,26±0,315
	25-50	108	12,21±0,318	3,29±0,112	2,27± 0,109	13,5±0,652	6,57±0,311
III Арбуз	0-25	108	12,47±0,406	3,42±0,111	2,78± 0,092	13,6±0,535	6,84±0,221
	25-50	108	10,62±0,302	2,89±0,121	2,04± 0,076	11,7±0,460	4,64±0,139
IV Картофель	0-25	108	10,78±0,447	2,97±0,106	2,40± 0,101	12,3±0,438	4,85±0,212
	25-50	108	9,25±0,306	2,38±0,077	1,78± 0,102	10,0±0,380	2,97±0,103
V Чеснок	0-25	108	8,59±0,370	2,61±0,089	1,74± 0,098	11,2±0,414	4,55±0,158
	25-50	108	7,73±0,288	2,20±0,072	1,36± 0,071	8,7±0,323	3,91±0,126
VI Белокочанная капуста +томат	0-25	108	12,27±0,329	3,10±0,089	2,72± 0,056	13,3±0,469	5,26±0,178
	25-50	108	10,68±0,319	2,76±0,078	2,20± 0,065	10,8±0,414	4,34±0,213

II схема – пятипольный овоще-бобовый севооборот

I Картофель	0-25	90	9,86±0,436	2,71±0,105	2,17±0,107	11,1±0,461	4,40±0,176
	25-50	90	8,31±0,388	2,23±0,081	1,30±0,037	8,8±0,306	2,69±0,132
II Фасоль	0-25	90	12,44±0,483	3,43±0,126	3,10±0,079	13,4±0,581	6,36±0,218
	25-50	90	11,01±0,377	3,19±0,130	2,22±0,093	11,4±0,604	4,87±0,165
III Арбуз	0-25	90	10,99±0,426	3,17±0,133	2,43±0,103	11,3±0,610	5,95±0,192
	25-50	90	9,66±0,309	2,56±0,115	1,86±0,080	8,9±0,386	4,23±0,170
IV Томат	0-25	90	10,40±0,340	2,83±0,106	2,66±0,069	11,3±0,449	5,25±0,152
	25-50	90	9,11±0,356	2,46±0,094	2,19±0,089	9,7±0,407	4,57±0,170
V Фасоль	0-25	90	12,56±0,436	3,31±0,118	3,13±0,120	14,2±0,621	6,61±0,216
	25-50	90	10,97±0,336	3,03±0,108	2,27±0,078	11,8±0,672	4,59±0,164

Бессменно

1	2	3	4	5	6	7	8
Томат	0-25	108	8,82±0,492	1,95±0,120	1,70±0,102	9,1±0,481	3,55±0,142
	25-50	108	7,74±0,424	1,65±0,108	0,79±0,056	7,7±0,445	3,01±0,141
Арбуз	0-25	108	8,23±0,417	2,01±0,091	1,33±0,122	7,5±0,406	3,12±0,189
	25-50	108	6,96±0,411	1,53±0,084	0,67±0,046	6,7±0,417	2,28±0,118
Картофель	0-25	108	8,43±0,372	2,10±0,112	1,43±0,071	8,4±0,402	2,65±0,125
	25-50	108	7,13±0,344	1,61±0,087	0,83±0,058	7,1±0,426	1,62±0,091
Чеснок	0-25	108	7,81±0,357	1,73±0,108	0,74±0,053	7,6±0,301	2,27±0,105
	25-50	108	5,99±0,270	1,40±0,049	0,62±0,052	6,5±0,423	2,22±0,105
Белокочанная капуста	0-25	108	10,18±0,364	2,71±0,102	1,91±0,147	9,1±0,505	4,07±0,240
	25-50	108	9,22±0,305	2,30±0,096	1,48±0,105	7,1±0,440	3,27±0,161
Фасоль	0-25	90	10,34±0,536	2,72±0,120	2,16±0,145	10,6±0,611	5,07±0,281
	25-50	90	9,30±0,467	2,40±0,095	1,66±0,127	8,0±0,599	3,77±0,236

Таблица 2 – Статистическая обработка активности ферментов орошаемых лугово-сероземных почв

Варианты	Глубина, см	n	инвертаза, мг глюкоза/г почвы за 24 час $\bar{x} \pm t_{05} S_x$	уреаза, мг/NH ₄ 1 г почвы за 24 час $\bar{x} \pm t_{05} S_x$	фосфатаза, мг/P ₂ O ₅ г почвы за 1 час $\bar{x} \pm t_{05} S_x$	каталаза, см ³ O ₂ г почвы за 1 мин $\bar{x} \pm t_{05} S_x$	дегидрогеназа, мг/TFF 10 г почвы за 24 час $\bar{x} \pm t_{05} S_x$
----------	-------------	---	---	--	--	---	--

Четырехпольный овоще-кормовой севооборот

I Люцерна 1-го года пользования	0-25	72	9,17±0,393	3,72±0,185	1,95±0,175	7,0±0,465	5,51±0,138
	25-50	72	7,91±0,259	3,34±0,187	1,64±0,148	4,6±0,397	4,15±0,154
II Люцерна II года пользования	0-25	72	10,29±0,494	4,32±0,220	2,68±0,113	8,2±0,620	5,86±0,144
	25-50	72	9,37±0,373	3,91±0,195	1,88±0,089	5,2±0,409	5,33±0,142
III Огурцы	0-25	72	9,00±0,328	3,06±0,221	1,04±0,050	6,5±0,428	5,66±0,200
	25-50	72	7,57±0,402	2,39±0,194	0,43±0,036	4,7±0,405	4,81±0,265
IV Томат	0-25	72	8,91±0,381	2,68±0,215	0,89±0,058	6,2±0,476	5,15±0,214
	25-50	72	7,61±0,354	2,08±0,179	0,68±0,059	3,6±0,348	4,66±0,252

Бессменно

Томат	0-25	72	7,20±0,446	1,96±0,205	0,30±0,052	4,1±0,427	3,79±0,367
	25-50	72	5,85±0,402	1,24±0,191	0,23±0,034	2,7±0,374	2,04±0,312
Огурцы	0-25	72	6,27±0,590	1,63±0,367	0,25±0,405	3,3±1,122	2,75±0,517
	25-50	72	5,08±0,332	0,95±0,148	0,20±0,230	2,7±0,333	1,57±0,143

Таблица 3 – Статистическая обработка активности ферментов орошаемых аллювиально-лугово-лесных почв

Варианты	Глубина, см	n	инвертаза, мг глюкоза/г почвы за 24 час $\bar{x} \pm t_{05} S_x$	уреаза, мг/НН ₄ 1 г почвы за 24 час $\bar{x} \pm t_{05} S_x$	фосфатаза, мг/Р ₂ О ₅ г почвы за 1 час $\bar{x} \pm t_{05} S_x$	каталаза, см ³ О ₂ г почвы за 1 мин $\bar{x} \pm t_{05} S_x$	дегидрогеназа, мг/ТФФ 10 г почвы за 24 час $\bar{x} \pm t_{05} S_x$
----------	-------------	---	---	--	--	---	--

Шестипольный овоще-кормовой севооборот

I Люцерна 1-го года пользования + ячмень	0-25	108	9,28±0,313	4,56±0,114	1,06±0,057	6,8±0,280	5,20±0,304
	25-50	108	8,53±0,329	4,02±0,084	0,82±0,057	6,1±0,256	3,83±0,245
II Люцерна II года пользования	0-25	108	11,17±0,184	5,05±0,118	1,23±0,063	8,1±0,296	5,59±0,284
	25-50	108	10,51±0,213	4,59±0,112	1,10±0,087	7,3±0,331	4,74±0,252
III Репчатый лук	0-25	108	8,44±0,187	3,84±0,093	0,62±0,029	6,1±0,189	4,82±0,280
	25-50	108	7,81±0,187	3,37±0,106	0,36±0,028	5,2±0,206	3,64±0,197
IV Огурцы	0-25	108	8,42±0,172	3,76±0,116	0,78±0,041	6,5±0,285	3,92±0,191
	25-50	108	7,86±0,171	3,20±0,092	0,57±0,038	5,7±0,290	3,00±0,148
V Белокочанная капуста	0-25	108	10,05±0,227	4,19±0,108	0,99±0,044	6,9±0,226	4,69±0,254
	25-50	108	9,06±0,246	3,45±0,094	0,46±0,031	5,9±0,225	4,09±0,233
VI Зеленая трава+ томат	0-25	108	10,73±0,254	4,04±0,117	0,88±0,046	8,1±0,247	5,09±0,200
	25-50	108	9,57±0,244	3,55±0,118	0,61±0,033	7,3±0,232	4,27±0,142

Бессменно

Огурцы	0-25	108	6,48±0,200	2,90±0,106	0,55±0,030	5,6±0,264	2,56±0,132
	25-50	108	5,52±0,200	2,50±0,095	0,35±0,025	4,9±0,265	2,10±0,102
Белокочанная капуста	0-25	108	7,40±0,279	3,04±0,109	0,45±0,032	5,7±0,218	3,43±0,240
	25-50	108	6,10±0,208	2,58±0,092	0,35±0,025	5,0±0,242	2,89±0,186
Томат	0-25	108	6,79±0,241	3,02±0,096	0,56±0,041	5,8±0,263	3,26±0,158
	25-50	108	5,64±0,160	2,30±0,071	0,41±0,032	5,2±0,263	2,62±0,104
Репчатый лук	0-25	108	5,86±0,188	3,14±0,137	0,34±0,025	5,3±0,255	1,99±0,121
	25-50	108	4,87±0,146	2,82±0,143	0,19±0,016	4,6±0,239	1,75±0,112

Таблица 4 – Статистическая обработка активности ферментов орошаемых желтоземно-глеевых почв

Варианты	Глубина, см	n	инвертаза, мг глюкоза/г почвы за 24 час $x \pm t_{05} S_x$	уреаза, мг/NH ₄ 1 г почвы за 24 час $x \pm t_{05} S_x$	фосфатаза, мг/P ₂ O ₅ г почвы за 1 час $x \pm t_{05} S_x$	каталаза, см ³ O ₂ г почвы за 1 мин $x \pm t_{05} S_x$	дегидрогеназа, мг/TFF 10 г почвы за 24 час $x \pm t_{05} S_x$
----------	-------------	---	---	--	--	---	--

Пятипольный овоще-бобовый севооборот

I Томат	0-25	90	12,54±0,325	3,24±0,083	2,04±0,096	4,1±0,270	14,11±0,536
	25-50	90	11,33±0,250	2,62±0,058	1,41±0,088	3,1±0,232	11,45±0,449
II Белокочанная капуста + qarğıdalı	0-25	90	13,11±0,289	3,27±0,094	2,37±0,069	5,2±0,255	14,63±0,523
	25-50	90	11,34±0,271	2,66±0,076	1,90±0,075	3,6±0,217	12,02±0,518
III Репчатый лук	0-25	90	10,69±0,254	2,78±0,098	1,87±0,076	3,8±0,249	12,11±0,572
	25-50	90	9,16±0,316	2,44±0,098	1,15±0,081	2,8±0,172	8,38±0,390
IV Фасоль	0-25	90	13,18±0,360	3,86±0,095	2,63±0,111	5,8±0,238	14,78±0,542
	25-50	90	11,56±0,338	3,28±0,081	2,15±0,121	4,5±0,192	12,88±0,480
V Фасоль	0-25	90	13,27±0,404	3,81±0,112	2,60±0,104	5,6±0,291	14,79±0,411
	25-50	90	11,16±0,297	3,32±0,082	2,05±0,111	4,1±0,172	12,50±0,535

Бесменно

Томат	0-25	90	10,65±0,424	2,72±0,087	1,57±0,094	3,0±0,267	12,94±0,537
	25-50	90	9,38±0,384	2,33±0,094	0,64±0,057	2,5±0,210	9,12±0,419
Белокочанная капуста	0-25	90	9,96±0,444	2,38±0,145	1,03±0,078	4,5±0,272	11,78±0,540
	25-50	90	8,64±0,295	2,12±0,146	0,87±0,074	3,0±0,242	7,97±0,537
Qarğıdalı	0-25	90	10,42±0,313	2,96±0,148	1,01±0,073	3,9±0,249	11,50±0,491
	25-50	90	8,89±0,289	2,71±0,146	0,83±0,074	2,8±0,228	8,52±0,483
Репчатый лук	0-25	90	9,31±0,403	2,18±0,159	0,68±0,060	2,3±0,177	8,40±0,452
	25-50	90	7,88±0,363	1,92±0,146	0,54±0,050	1,8±0,144	6,55±0,368
Фасоль	0-25	90	11,27±0,447	3,35±0,138	1,81±0,098	4,3±0,273	12,71±0,580
	25-50	90	10,40±0,441	2,92±0,129	1,11±0,082	3,7±0,226	10,40±0,443

3,12—5,35 и 2,47—3,90, в желтоземно-глеевых почвах – 2,21—3,96 и 1,97—3,49 мг NH_4 г почвы за 24 часа. Более низкая уреазная активность отмечалась в желтоземно-глеевых почвах, сравнительно высокая – в аллювиально-лугово-лесных почвах. Из всех изученных почв самая низкая уреазная активность характерна для желтоземно-глеевых почв, высокая активность отмечена в орошаемых аллювиально-лугово-лесных почвах.

Активность фермента фосфатазы. В орошаемых серо-бурых почвах активность фермента фосфатазы в 0—50 см слое варьировала в интервале 1,56—2,81, а при бессменном выращивании этих культур – 0,69—1,92; в лугово-сероземных почвах, соответственно, 0,74—2,28 и 0,23—0,27, в аллювиально-лугово-лесных почвах – 0,50—1,15 и 0,27—0,49, в желтоземно-глеевых почвах – 1,51—2,39 и 0,61—1,46 мг P_2O_5 на г почвы за час. Фосфатазная активность была более высокой в орошаемых серо-бурых, лугово-сероземных и желтоземно-глеевых почвах, чем в аллювиально-лугово-лесных почвах. Фосфатазная активность была более высокой в орошаемых серо-бурых, лугово-сероземных и желтоземно-глеевых почвах, чем в аллювиально-лугово-лесных почвах.

Активность фермента каталазы. В орошаемых серо-бурых почвах под выращиваемыми культурами активность каталазы в слое 0—50 см в севообороте изменялась в пределах 7,8—16,9, при бессменном выращивании – 5,9—11,2, в лугово-сероземных, соответственно, 3,3—8,6 и 1,9—4,1, в аллювиально-лугово-лесных – 4,9—9,1 и 3,0—6,5; в желтоземно-глеевых – 2,5—6,1 и 1,6—4,7 $\text{cm}^3 \text{O}_2$ на 1 г почвы за минуту. Наиболее высокая активность каталазы наблюдалась в орошаемых серо-бурых почвах, а низкая – в лугово-сероземных и желтоземно-глеевых почвах. По-видимому, в лугово-сероземных почвах засоленность, а в желтоземно-глеевых почвах кислотность ингибирует активность каталазы.

Активность фермента дегидрогеназы. В орошаемых серо-бурых почвах активность дегидрогеназы в слое 0—50 см колебалась в интервале 3,74—8,69 и при бессменном выращивании – 2,03—5,43; в лугово-сероземных, соответственно, 4,16—5,86 и 1,57—3,78; в аллювиально-лугово-лесных – 2,81—5,98 и 1,61—3,77, в желтоземно-глеевых – 7,86—15,50 и 5,79—8,92 мг ТФФ на 10 г почвы за 24 часа. Наиболее высокую дегидрогеназную активность проявили желтоземно-глеевые почвы. Изучение дегидрогеназной активности орошаемых почв показало, что активность фермента в зависимости от типа почв и от биологических особенностей возделываемых культур изменяется в динамике. Наиболее высокую дегидрогеназную активность проявили желтоземно-глеевые почвы. По-видимому, анаэробные условия в желтоземно-глеевых почвах положительно повлияли на активность дегидрогеназы.

Биогенность орошаемых почв. Микроорганизмы – основной компонент почвы, определяющий интенсивность ее биологических процессов, связанных с трансформацией органического вещества и циклом питательных элементов. Одним из важнейших направлений экологии микроорганизмов является изучение микробных сообществ почв, что представляет значительный интерес для решения многих ключевых задач, включая плодородие черноземов и устойчивость природных экосистем [4]. Почвенная микробиота – чувствительный индикатор последствий разного рода антропогенных воздействий на почву [7]. Анализ особенностей функционирования почвенных микроорганизмов в естественных экосистемах, позволяет определять причины происходящих в ней изменений и наметить пути их регулирования [9, 10].

Микробное сообщество почвы и ризосферы растений, их функциональное состояние тесно связаны с агротехническими приемами ведения сельскохозяйственных культур [8,17].

В орошаемых серо-бурых почвах в слоях 0–50 см общая численность микроорганизмов (рис.1) в севообороте колебалась в пределах $(2,1–2,8) \times 10^6$, бактерии – $(1,4–2,0) \times 10^6$, спорообразующих бактерий – $(0,1–0,2) \times 10^6$, актиномицетов – $(2,6–5,9) \times 10^5$ и микроскопических грибов – $(1,4–3,8) \times 10^3$, в лугово-сероземных соответственно – $(2,0–2,2) \times 10^6$; $(1,0–1,3) \times 10^6$; $(0,3–0,4) \times 10^6$; $(4,8–6,2) \times 10^5$ и $(3,9–4,9) \times 10^3$, в аллювиально-лугово-лесных – $(2,7–3,6) \times 10^6$; $(2,2–3,2) \times 10^6$; $(0,8–1,1) \times 10^6$; $(3,9–4,6) \times 10^5$ и $(2,6–6,2) \times 10^3$ и в желтоземно-глеевых - $(2,4–3,0) \times 10^6$; $(1,6–2,1) \times 10^6$; $(0,2–0,3) \times 10^6$; $(5,1–5,5) \times 10^5$ и $(2,3–5,2) \times 10^3$ КОЕ/г /г сухой почвы. В серо-бурых и лугово-сероземных почвах сухой субтропической зоны и под монокультурами количество микроорганизмов было наименьшим.

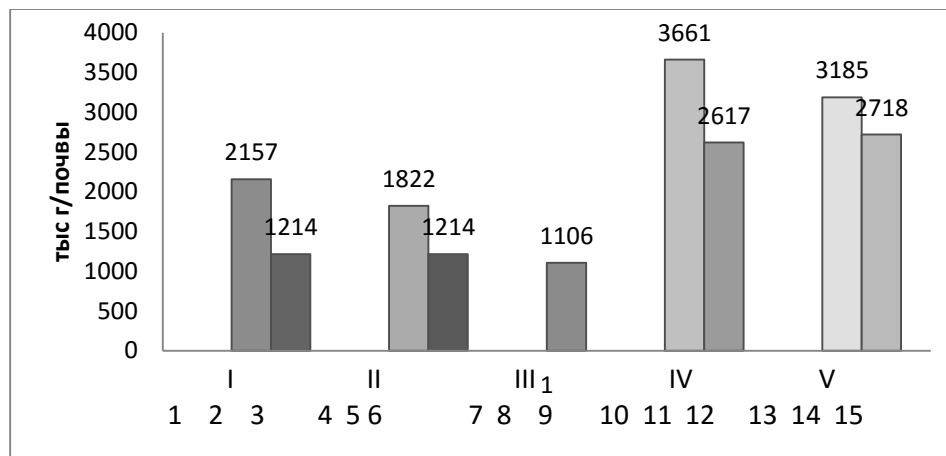


Рис 1 – Общая численность микроорганизмов орошаемых почв, тыс. г/почвы. Условные обозначения: I схема орошаемая серо-бурая почва; II схема орошаемая серо-бурая почва; III схема орошаемая лугово-сероземная почва; IV схема орошаемая аллювиально-лугово-лесная почва; V схема орошаемая желтоземно-глеевая почва; 1, 3, 5, 7, 9 – севооборот; 2, 4, 6, 8, 10 – бессменное возделывание (контроль).

Интенсивность нитрификации почв. В орошаемых серо-бурых почвах интенсивность нитрификации в севообороте в слое 0—50 см изменялась в интервале 27,5—96,9, в лугово-сероземных 8,4—13,6, в орошаемых аллювиально-лугово-лесных почвах – 13,2—50,0, в желтоземно-глеевых почвах – 13,1—33,7 и 8,1—19,8 мг N-NO₃/кг, интенсивность при бессменном выращивании этих культур была сравнительно более низкой. Активность минерализации азотосоединений в желтоземно-глеевых почвах была сравнительно низкой.

Интенсивность аммонификации почв. В орошаемых серо-бурых почвах активность процесса аммонификации в слоях 0—50 см в севообороте колебалась в интервале 10,6—29,0, а при бессменном выращивании этих культур – 7,0—20,8, в лугово-сероземных – 33,9—45,4 и 13,8—30,6, соответственно. В орошаемых аллювиально-лугово-лесных почвах – 22,0—54,5 и 17,8—32,8, в орошаемых желтоземно-глеевых почвах – 88,1—131,7 и 80,6—121,4 мг N-NH₄/кг. Интенсивность процесса аммонификации изучаемых почв убывает в следующем ряду: орошаемые желтоземно-глеевые > аллювиально-лугово-лесные > серо-бурые > лугово-сероземные.

Интенсивность выделения углекислого газа из почвы. Интенсивность выделения углекислого газа в орошаемых серо-бурых почвах в севообороте колебалась в интервале 2,53—4,16, при бессменном выращивании этих культур – 2,27—3,49, в орошаемых лугово-сероземных – 2,59—4,03 и 1,11—2,6 соответственно, в орошаемых аллювиально-лугово-лесных – 2,39—4,50 и 1,52—2,96 и в орошаемых желтоземно-глеевых – 3,99—8,07 и 2,06—3,42 кг CO₂/га в час, а при бессменном выращивании этих культур была наиболее низкой.

Интенсивность разложения целлюлозы. Интенсивность разложения целлюлозы в орошаемых серо-бурых почвах колебалась в пределах 4,6—15,9 %, при бессменном выращивании – 4,4—11,2 %, в лугово-сероземных – 18,3—36,5 % и 15,6—28,8 %, соответственно. В орошаемых аллювиально-лугово-лесных почвах – 8,9—33,5 % в севообороте, и 7,2—22,0 % – при бессменном выращивании, в орошаемых желтоземно-глеевых почвах – 11,1—34,4 % в севообороте и 14,1—28,5 % при бессменном выращивании овощей.

Интегральный показатель биологического состояния почвы (ИПБСП). В последние годы в научной литературе наблюдается повышенный интерес к оценке

биологического состояния почв [5]. *ИПБС* орошаемых серо-бурых почв в I схеме (овоще-кормовой) был на 18 % выше, чем в целинных вариантах и на 34 % выше, чем при бессменном, а во II схеме (овоще-бобовый) – соответственно на 12 % и 30 % выше (Таблица 5). Интегральный показатель орошаемых лугово-сероземных почв в севообороте был 100%, в целинных почвах – на 15 %, а при бессменном возделывании овощных культур – на 35 % ниже. В аллювиально-лугово-лесных почвах ИПБСП в целинных вариантах был 100%, в севообороте – на 2%, а при бессменном выращивании – на 40% ниже, в желтоземно-глеевых почвах, соответственно, 100 % на целине, 92% и 70% – при выращивании овощей. Авторы предлагают для оценки биологической активности почв пятибальную шкалу [8]. ИПБС почвы, используемой в севообороте, и в целинных вариантах, колебался в интервале 82—100%, поэтому они отнесены к почвам очень высокой биологической активности, при бессменном выращивании ИПБС снижается до 60—70%, что, тем не менее, позволяет их оценить, как почвы высокой и средней биологической активности.

Выводы

ИПБС изучаемых почв в севообороте и в целинных вариантах колебался в пределах 82—100 %, а при бессменном выращивании этих культур – 60—70%. Почвы целинные и используемые в севообороте отнесены к почвам с очень высокой биологической активности, а при бессменном выращивании овощей – к высокой и средней биологической активности.

Таблица 5 – Биодиагностика почв субтропической зоны

Варианты	инвер-таза, мг глюкоза/г почвы за 24 час	уреаза, мг/NH ₄ 1 г почвы за 24 час	фосфа-таза, мг/P ₂ O ₅ г почвы за 1 час	каталаза, см ³ O ₂ г почвы за 1 мин.	дегидро-геназа, мг/TFF 10 г почвы за 24 час	нитри-фика-ция, мг/NO ₃ 14 дней	аммо-нифи-кация, мг/NH ₄ 14 дней	СО ₂ кг/га· час	интен. разлож. целлюл. %, 14 дней	колич. КОЕ/г сухой почвы	ИПБСП, %
Сухие субтропики – серо-бурые почвы (I схема – шестипольный овоще-кормовой севооборот)											
Целина	11,40	4,10	1,91	10,8	4,38	46,8	17,8	2,50	8,4	1,3 × 10 ⁶	82
Севооборот (I схема)	11,77	3,14	2,65	13,2	6,08	65,1	21,2	3,36	10,3	2,2 × 10 ⁶	100
Бессменно	8,97	2,20	1,55	8,7	3,48	34,2	14,8	2,74	7,7	1,2 × 10 ⁶	66
Сухие субтропики – серо-бурые почвы (II схема – пятипольный овоще-бобовый севооборот)											
Целина	11,40	4,10	1,91	10,8	4,38	46,8	17,8	2,50	8,4	1,3 × 10 ⁶	88
Севооборот (II схема)	11,24	3,09	2,70	12,3	5,71	55,6	20,4	3,32	10,0	1,8 × 10 ⁶	100
Бессменно	8,97	2,20	1,55	8,7	3,48	34,2	14,8	2,74	7,7	1,2 × 10 ⁶	70
Сухие субтропики – лугово-сероземные почвы (четырепольный овоще-кормовой севооборот)											
Целина	7,29	2,13	2,56	4,8	6,81	8,9	52,7	1,87	17,8	1,4 × 10 ⁶	85
Севооборот	9,34	3,46	1,64	7,0	5,55	11,7	42,4	2,28	28,0	2,3 × 10 ⁶	100
Бессменно	6,74	1,79	0,28	3,8	3,27	7,1	23,3	1,94	22,0	1,1 × 10 ⁶	65
Полузасушливые субтропики – аллювиально-лугово-лесные почвы (шестипольный овоще-кормовой севооборот)											
Целина	12,8	5,6	1,48	6,2	6,75	25,7	50,4	4,90	17,4	2,8 × 10 ⁶	100
Севооборот	9,69	4,24	0,93	7,1	4,88	31,2	35,6	3,39	19,5	3,7 × 10 ⁶	88
Бессменно	6,64	3,03	0,48	5,6	2,81	16,5	23,3	2,80	13,9	2,6 × 10 ⁶	60
Умеренно-влажные субтропики – желтоземно-глеевые почвы (пятипольный овоще-бобовый севооборот)											
Целина	13,7	3,8	2,86	4,5	16,03	23,9	132,8	8,40	29,5	2,9 × 10 ⁶	100
Севооборот	12,6	3,39	2,30	4,9	14,08	26,7	118,1	6,07	23,9	3,2 × 10 ⁶	92
Бессменно	10,3	2,72	1,22	3,6	11,46	15,5	101,4	5,06	19,9	2,7 × 10 ⁶	70

Список литературы

1. Болотина Н.И., Абрамова Е.Н. О методике определения нитрификационной способности почв // *Агрохимия*, 1968, № 4. С. 16–26.
2. Востров И.С., Петрова А.Н. Определение биологической активности почвы различными методами // *Микробиология*, 1961, Т. 30, № 4. С. 665–672.
3. Гамзиков Г.П., Лапухин Т.П., Уланов А.К. Эффективность систем удобрений в полевых севооборотах на каштановых почвах Забайкалья // *Агрохимия*, 2005, № 9. С. 24–30.
4. Гришко В.Н., Сыщикова О.В. Структурно-функциональные особенности сообществ актиномицетов в некоторых черноземах и засоленных почвах Украины // *Почвоведение*, 2010, № 2. С. 221–228.
5. Даденко Е.В., Прудникова М.А., Казеев К.Ш. Применение показателей ферментативной активности при оценке состояния почв под сельскохозяйственными угодьями // *Изв. Самарского научн. центра РАН*, 2013, Т. 15, № 3(4). С. 1274–1277.
6. Иванова Е.А., Кутовая О.В., Тхакахова А.К., Чернов Т.И., Першина Е.В. Структура микробного сообщества агрегатов чернозема типичного в условиях контрастных вариантов сельскохозяйственного использования // *Почвоведение*, 2015, № 11. С. 1367-1382.
7. Иващенко К.В., Ананьева Н.Д., Васенев В.И., Кудеяров В.Н., Валентини Р. Биомасса и дыхательная активность в почвенных экосистемах Московской области // *Почвоведение*, 2014, № 9. С. 1077–1088.
8. Казеев К.Ш., Колесников С.И., Вальков В.Ф. Биология почв России. Ростов-на Дону: Изд-во ЦВВР, 2004. 350 с.
9. Кутузова Р.С., Сирота О.В., Орлова О.В., Воробьев Н.И. Микробное сообщество и анализ почвенно-микробиологических процессов в дерново-подзолистой почве // *Почвоведение*, 2001, № 3. С. 320–332.
10. Лысак Л.В., Семионова Н.А., Буланкина М.А., Урусевская И.С., Матинян Н.Н. Бактерии в окультуренных почвах монастырей таежно-лесной зоны // *Почвоведение*, 2004, № 8. С. 976–985.
11. Макаров Б.Н. Методы изучения газового режима почв. Методы стационарного изучения почв. М.: Наука, 1977. 197 с.
12. Маркова Л. А. Оценка современного состояния пригодности ландшафтов предгорных районов Алтайского края к сельскохозяйственному использованию // *Агроэкология. Вестник Алтайского государственного аграрного университета* № 3 (45), 2008. С. 42–45.
13. Теппер Е.З., Шильникова В.К., Переверзева Г.Н. Практикум по микробиологии. М.: Колос, 1972. 200с.

14. Хазиев Ф.Х. Методы почвенной энзимологии. М.: Наука, 2005. 252 с.
15. Хомутова Т.Э., Демкина Т.С., Каширская Н.Н., Демкин В.А. Фосфатазная активность современных и погребенных каштановых почв Волго-Донского междуречья // Почвоведение, 2012, № 4. С. 478–483.
16. Babayev M.P., Orucova N.H. Assessment of the Biological Activity of Soils in the Subtropical Zone of Azerbaijan // Eurasian Soil Science. 2009, Vol. 42, No. 10. P. 1163–1169.
17. Orucova N.H., Babayev M.P. Biomorfogenetic Diagnostics of the Soils Suitable for Vegetable in the Azerbaijan Subtropic Zone. USA: New York, 2014, p. 285.

Spisok literatury

1. Bolotina N.I., Abramova E.N. O metodike opredeleniya nitrifiikacionnoy sposobnosti pochv // Agrohimiya, 1968, № 4, s. 16-26.
2. Vostrov I.S., Petrova A.N. Opredelenie biologicheskoy aktivnosti pochvy razlichnymi metodami // Mikrobiologiya, 1961, T. 30, № 4, s. 665-672.
3. Gamzikov G.P., Lapuhin T.P., Ulanov A.K. Effektivnost system udobreniy v polevyh sevooborotah na kashtanovyh pochvah Zabaykalya // Agrohimiya, 2005, № 9. s. 24-30.
4. Grishko V.N., Syshchikova O.V. Strukturno-funktsionalnye osobennosti soobshchestv aktinomicetov v nekotorykh chernozemov i zasolennykh pochvah Ukrainy // Pochvovedenie, 2010, № 2, s. 221-228.
5. Dadenko E.V., Prudnikova M.A., Kazeyev K.Sh. Primenenie pokazateley fermentativnoy aktivnosti pri ocenke sostoyaniya pochv pod s/h –mi ugodyami // Izv.Samarskogo nauchn. Centra RAN, 2013, T. 15, № 3(4), s. 1274-1277.
6. Ivanova E.A., Kutovaya O.V., Thakahova A.K., Cernov T.I., Pershina E.V. Struktura mikrobnogo soobshchestva agregatov chernozema tipicnogo v usloviyakh kontrasnykh variantov selskohozyayctvennogo ispolzovaniya // Pochvovedenie, 2015, № 11, s. 1367-1382.
7. Ivashchenko K.V., Ananyeva N.D., Vasenev V.I., Kudeyarov V.N., Valentina R. Biomassa i dyhatelnaya aktivnost pochvennykh ekosistemah (Moskovskaya oblast) // Pochvovedenie, 2014, № 9, s. 1077-1088.
8. Kazeyev K.Sh., Kolesnikov S.I., Valkov V.F. Biologiya pocv Rossii. Rostov-na Donu: Izd-vo CVVR, 2004, 350 s.
9. Kutuzova R.S., Sirota O.V., Orlova O.V., Vorobyev N.I. Mikrobnoe soobshchestvo i analiz pochvenno-mikrobiologicheskikh processov v dernovo-podzolistoy pochve // Pochvovedenie, 2001, № 3. s. 320-332.

10. Lysak L.V., Semionova N.A., Bulankina M.A., Urusevskaya I.S. Bakterii v okulturenykh pochvakh monastyrey tayejno-lesnoy zony // Pochvovedenie, 2004, № 8. s. 976-985.
11. Makarov B.N. Metody izucheniya gazovogo rejima pochv. Metody stacionarnogo izucheniya pochv. M.: Nauka, 1977, 197 s.
12. Markova L.A. Ocenka sovremennogo sostoyaniya prigodnosti landshaftov predgornyykh rayonov Altayskogo kraya k selskohozyayctvennomu ispolzovaniyu // Agroekologiya. Vestnik Altayskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta № 3 (45), 2008, s. 42-45
13. Tepper E.Z., Shilnikova V.K., Pereverzeva G.N. Praktikum po mikrobiologii. M.: Kolos, 1972, 200 s.
14. Haziyeu F.H. Metody pochvennoy enzimologii. M.: Nauka, 2005, 252 s.
15. Homutova T.E., Demkina T.S., Kashirskaya N.N., Demkin V.A. Fosfataznaya aktivnost sovremennykh i pogrebennykh kashtanovykh pochv Volgo-Donskogo mejdurechya // Pochvovedenie, 2012, № 4, s. 478-483.
16. Babayev M.P., Orucova N.H. Assessment of the Biological Activity of Soils in the Subtropical Zone of Azerbaijan // Eurasian Soil Science. 2009, Vol. 42, No. 10, p. 1163-1169.
17. Orucova N.H., Babayev M.P. Biomorfogenetic Diagnostics of the Soils Suitable for Vegetable in the Azerbaijan Subtropic Zone. USA: New York, 2014, p. 285.